

CEM 2397 US

U.S. Appln. No. 09/964,648

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-302162

出 願 人

Applicant(s):

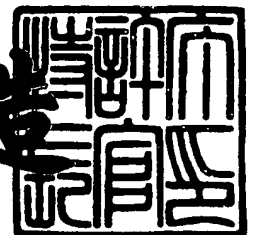
キヤノン株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年10月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



(translation of the front page of the priority document of  
Japanese Patent Application No. 2000-302162)

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the  
following application as filed with this Office.

Date of Application:           October 2, 2000  
Application Number : Patent Application 2000-302162  
Applicant(s)                 : Canon Kabushiki Kaisha

October 26, 2001  
Commissioner,  
Patent Office

Kouzo OIKAWA

Certification Number 2001-3094580

【書類名】 特許願

【整理番号】 4272051

【提出日】 平成12年10月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/30

【発明の名称】 露光装置

【請求項の数】 13

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社  
                                内

    【氏名】 吉村 圭司

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100086287

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊東 哲也

【選任した代理人】

    【識別番号】 100103931

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 関口 鶴彦

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 002048

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 0 - 3 0 2 1 6 2

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の露光方式を有し、前記複数の露光方式を切り替える切り替え手段を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 前記切り替え手段は、目的に応じて複数の露光方式を切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】 前記複数の露光方式中から選択すべき露光方式を判断する露光方式判断部を備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】 前記切り替え手段は、前記露光方式判断部の判断結果に基づき、前記複数の露光方式を切り替えることを特徴とする請求項 3 に記載の露光装置。

【請求項 5】 前回までの露光方式を鑑みて補正シーケンスのための測定値の少なくとも一部を代用して、今回の露光で使用する露光方式を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 6】 各ロット、ウエハ、ショットのいずれか毎に、露光方式、露光条件を決定、切り替えの出来ることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項 8】 前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも前記露光装置に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有することを特徴とする請求項 7 に記載の半導体デバイス製造方法。

【請求項 9】 前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスしてデータ通信によって前記露光装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との

間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の半導体デバイス製造方法。

【請求項 1 0】 請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネットワークから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも前記露光装置に関する情報をデータ通信することを可能にしたことを特徴とする半導体製造工場。

【請求項 1 1】 半導体製造工場に設置された請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダもしくはユーザが、半導体製造工場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有することを特徴とする露光装置の保守方法。

【請求項 1 2】 請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の露光装置において、ディスプレイと、ネットワークインタフェースと、ネットワーク用ソフトウェアを実行するコンピュータとをさらに有し、露光装置の保守情報をコンピュータネットワークを介してデータ通信することを可能にしたことを特徴とする露光装置。

【請求項 1 3】 前記ネットワーク用ソフトウェアは、前記露光装置が設置された工場の外部ネットワークに接続され前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供する保守データベースにアクセスするためのユーザインタフェースを前記ディスプレイ上に提供し、前記外部ネットワークを介して該データベースから情報を得ることを可能にすることを特徴とする請求項 1 2 に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、露光装置等に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、走査型露光装置では、原盤、基盤、遮光版の速度が一定になってから、その間に露光をすることが一般的には知られている。

【 0 0 0 3 】

一方、いずれかのステージが加減速している際にも、露光をすることが特開平 9 - 2 2 3 6 6 2 号公報にて開示されている。

また、走査露光以前からステップアンドリピート方式での露光（静止露光方式）も存在した。

【 0 0 0 4 】

従来では、それぞれの露光方式を別のマシンにより構成し、それらのマシンを使い回すことを行っていた。

また、各露光方式にはそれぞれ特徴が有り、装置に処理させたい内容により、ユーザが判断して、露光方式を決定して装置運用をしていた。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来の露光装置では、各々の露光方式を別のマシンにより構成し、それらのマシンを使い回したり、装置に処理させたい内容により、ユーザが判断して、露光方式を決定したりするので、スループットを最適化することが困難であった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、露光方式を切り替えることにより、装置運用を改善してスループットの最適化を図ることができる露光装置を提供することを目的としている。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明に係る露光装置は、複数の露光方式を有し、該複数の露光方式を切り替える切り替え手段を有することを特徴とする。前記切り替え手段は、生産性を高める、精度を重視する、メンテナンスをする、などの目的に応じて、一定速度走査露光、可変速度走査型露光、静止露光など、複数の露光方式を切り替えることを特徴としてもよい。前記複数の露光方式中から選択すべき露光方式を判断する露光方式判断部を備えることが望ましく、前記切り替

え手段は、前記露光方式判断部の判断結果に基づき、前記複数の露光方式を切り替えることが好ましい。

【0008】

また、本発明は、前回までの露光方式などを鑑みて補正シーケンスのための測定値の少なくとも一部を代用して、今回の露光で使用する露光方式を決定することを特徴としてもよく、各ロット、ウェハ、ショットいずれか毎に、露光方式、露光条件を決定、切り替えの出来ることが好ましい。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態としては、全ての露光方式を実現できる、ハイブリッドな露光装置を実現する。このハイブリッド露光装置では、各露光方式が選択されると、その露光方式で必要となる、ショット情報、パラメータ、補正シーケンスを適宜選択し、露光をすることが出来る。

【0010】

本発明に係る、露光方式を自由に選択できる露光装置は、次の装置構成により実現可能である。

従来の走査型露光装置に、ステージ駆動方法を複数実施する制御手段と、それら複数のステージ制御手段に応じた、パラメータ、シーケンサ、補正方式を持つこと、及び露光方式判定部を持たせることである。

【0011】

露光方式決定部分とそのときのシーケンサの概要を説明する。露光方式の切り替えは処理目的を考慮して、ユーザが明示的に行う方法と、装置が自動的に判断して、露光方式を決定する方法の2つの方法がある。

【0012】

装置が自動的に露光方式を選択する場合として、露光装置へ基盤上に形成される各ショットの画角の大きさ、並び方、実行内容、要求精度を入力することが考えられる。また、要求精度はオンラインにて与えられる、レシピから直接判断する方式も考えられる。例えば、走査露光方式と静止露光方式の選択を切り替えることが考えられる。



## 【0013】

小さな画角の露光をする際には、ステージを加速、減速することが不必要なことから、ステップアンドスキャン方式の露光よりも、ステップアンドリピート方式の露光の方が、スループットを向上できる利点がある。

## 【0014】

従って、ショット画角の大きさは、例えば走査露光、静止露光の判断をする際に使用する。切り替えを行う際にはスループットが最適になるよう、スレッシュホールドなどを装置に設け、切り替えを行う。

## 【0015】

また、下地のあるウエハに露光をする際は、露光を開始する前にフォーカスセンサの下地パターンによるだまされ、計測再現性を計測して、静止露光フォーカス、走査露光フォーカスどちらを使用することが、装置の精度、生産性を最適にできるか判断する方法が考えられる。

## 【0016】

さらに、走査型露光装置の特徴の一つとして、倍率を走査方向、非走査方向別々に設定できる利点がある。そのため、下地のショットの焼き付け形状を計測した後で、方向毎の倍率差が大きい場合は、走査露光を使用し、そうでない場合は、フォーカスの精度、スループットを向上させる目的で、静止露光を選択する、切り替えを制御方式選択決定部分が判断することも考えられる。

## 【0017】

また、ウエハ周辺では静止露光でのフォーカス点が取れないのに対し、走査露光方式ではセンサ計測ポイントを移動できるので、露光領域により近い部分を露光できるため、フォーカス精度を向上させられることが考えられる。

単純に、これから実行する露光の種別を、メンテナンス、生産などのカテゴリに分け、その設定から制御方式を切り替えることも考えられる。

## 【0018】

さらに、走査型露光装置でウエハ焼き付け精度（CD、オーバーレイなど）が低下すると、レンズとステージ性能のどちらの精度が下がったか、判断つきかねる場合がある。

そのため、ステップアンドリピート方式の静止露光を行い、ステージ要因とレンズ要因を切り分けることをする。

【0019】

次に走査露光でも、速度一定状態で露光する場合と、加減速中から露光をする場合の2種類を切り替えることが考えられる。

最大走査速度が大きくなるとそれに伴い、ステージストローク増加を少なくするため、ステージ加速度、ジャークを大きくすることが必要になる。

【0020】

ステージの性能にもよるが、ステージの加速度を高くすると、ステージ間の同期精度が悪化することが懸念される。そこで、要求精度が高い工程においては、加減速中に露光をする方式が有効である。そのように考えると、一定速度での露光はスループット優先とした露光、加減速中の露光は精度重視の露光という切り分けが出来、一定速度区間に露光をする場合と、加減速中にも露光をする方式の2種類の選択を判断することが望ましい。

【0021】

さらに、当該工程に要求されている同期精度等により、2つの走査露光方式を切り替えることが考えられる。この時、レシピなど抽象的な概念から、2つの露光方式を選択することも考えられる。

【0022】

露光方式決定部分は、これら静止、走査露光方式の切り替え、2つの走査露光方式の切り替えを判断した後、それぞれの露光方式に必要な補正方法、シーケンス、などを決定する。

【0023】

例えば、静止露光方式と走査露光方式の2つについて考える。

静止露光方式と走査露光方式との違いは、フォーカス計測ポイント位置、露光量制御方式、倍率補正手段、ステージ駆動時に使用する駆動テーブルが違う。

【0024】

さらに、一定速度での露光と、加減速中の露光をする、2つの走査露光方式について考える。

速度の違いにより、フォーカス計測ポイントでのパターンだまされ量、加減速量の違いによるチルト（片ボケ量）、照度調整方法などが違う。

## 【 0 0 2 5 】

露光制御方式決定部分は、静止、走査露光方式の違い、もしくは一定速、加減速での走査露光を自動的に判断して、これら補正項目、シーケンス自動的の呼び分ける機能を持つ。

また、従来は露光方式の違いを装置運用により対処していたが、単に露光方式をマニュアルで設定できるだけでも良い。

また、それぞれの露光方式で必要とされる各種補正シーケンス（露光処理を行う前に必要となる計測など）の対応を記憶しておき、各々の処理時間、精度向上などを鑑みる、もしくは前ウエハ、ロットの露光方式から、流用できる補正值などを鑑みるなどして、露光方式を決定の要素としても良い。

## 【 0 0 2 6 】

以上の機能を持つことで、目的、精度、生産性に応じて、露光方式を自動的に切りかえる露光装置を構成することが可能になる。

また、本発明は、上記いずれかの露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有する半導体デバイス製造方法にも適用でき、前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有してもよく、前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスしてデータ通信によって前記製造装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行うことも可能である。

特に本方式の露光装置の特徴として、ロットもしくは、ウエハのプロセスひずみ（倍率、ディストーション）の情報、ごみやウエハ平坦度に関する情報をネットワークを介し生産管理ホストより取得するなどして、露光方式の切り替えに利

用することも可能である。

【0027】

また、本発明は、上記いずれかの露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネットワークから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信することを可能にした半導体製造工場にも適用できる。

【0028】

また、本発明は、上記いずれかの露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダもしくはユーザが、半導体製造工場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有する露光装置の保守方法にも適用可能である。

【0029】

また、本発明は、上記いずれかの露光装置において、ディスプレイと、ネットワークインタフェースと、ネットワーク用ソフトウェアを実行するコンピュータとをさらに有し、露光装置の保守情報をコンピュータネットワークを介してデータ通信することを可能にすることが望ましく、前記ネットワーク用ソフトウェアは、前記露光装置が設置された工場の外部ネットワークに接続され前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供する保守データベースにアクセスするためのユーザインタフェースを前記ディスプレイ上に提供し、前記外部ネットワークを介して該データベースから情報を得ることを可能にすることが好ましい。

【0030】

以下、図面に基づいて本発明の各実施形態に係る露光装置を説明する。

図1は本発明の実施形態に係る露光装置の概略構成を示した図である。図1において、1は光源であり、例えばエキシマレーザやi線ランプなどが考えられる。4は光源1の光を減衰させる複数の減光率を持った減光フィルタであり、透過率の違うNDフィルタに代表される光学部材である。2はレーザ光などのコヒー

レントな光の角度を振動させることで、照度むらを無くするための光学ユニット、3は光源1からの光のビーム形状を整形し、かつインコヒーレント化するビーム整形光学系、5はオプティカルインテグレータ、6は2次光源であるオプティカルインテグレータ5からの光束でマスクングブレード9の面を照明するためのコンデンサレンズである。

## 【0031】

7はハーフミラーであり、オプティカルインテグレータ5からの光束の一部を分割し、分割された光束は集光レンズ11によってフォトディテクタ12に入射し、ウエハ18を露光している際の露光量を検出する際に使用される。遮光板（マスクングブレード）9は上下左右4枚の独立に稼動する遮光板から構成され、結像レンズ10に関して、レチクル16と光学的共役面にある。露光スリット8は、形状が紙面内で光軸と垂直な方向について光束を遮光する2組の遮光板からなっている。また、露光スリット8は、マスクングブレード9の面から、光軸方向にシフトした位置にあるので、該露光スリット8による光強度分布は、図2に示すように台形状の分布となる。尚、図2は被露光面上の光強度分布を3次元的に模式表示したものである。

## 【0032】

結像レンズ10はマスクングにより遮光された光をレチクル16上に結像して、像を形成する。投影レンズ13は、レチクル16により形成された像をウエハ18上に投影する。レチクル16はレチクルステージ15の上に位置合わせをされた上で載せられ、ウエハ18はウエハステージ17の上に載っており、これらの各ステージはエアパット等により、浮上した状態で駆動され、2次元的に自由に駆動出来る構成となっている。

## 【0033】

ウエハ18の面上に与えられる露光量は、フォトディテクタ12により検出され、制御される。また、ウエハ18の面上には照度計14が取り付けられており、露光をする前に予め、フォトディテクタ12との関係を調べておくことで、ウエハ18の面上に所望の露光量を与える。

## 【0034】

露光装置I/F 21は、その入力デバイス（キーボード25、マウス26など）により、露光装置の動作を規定する。また同時に、露光装置I/F 21は、ウエハ焼き付け条件、焼き付けレイアウト等を管理し、オペレータはその管理されている条件から、使用したい条件を選択して、露光装置を使用できるようにする。また、この露光装置I/F 21は露光装置が設置されている環境にある基幹ネットワーク、もしくはローカルネットワーク22などに接続されており、そこから露光装置の動作条件等がダウンロードされる場合もある。

## 【0035】

主制御部19は、露光装置I/F 21がオペレータの指示、または基幹ネットワーク22からダウンロードされた指示に従い、露光装置の各種補正機能の実行、各ユニットの駆動及び制御を行う。

## 【0036】

さて、本実施形態に係る露光装置の特徴として、露光方式判断部20が挙げられる。露光方式判断部20は、主制御部19が受け取った露光条件等のデータに基づき、露光方式の選択をする。露光方式判断部20では、露光方式判断時に必要となる項目毎に評価値を決定する方法が考えられる。評価には、ショット毎の評価値、ロット毎の評価値の複合値により決定される。

## 【0037】

ショット毎の評価内容としては、ショットサイズ（画角）、ウエハ面上での焼き付け場所、ショットひずみ状況等が考えられる。また、ロット毎の評価値では、前ロット、レイヤでのレイアウト形状、スキャン速度等が考えられる。これらの評価項目について、その時ロードされているロットの各ショットでの評価値が算出される。その評価値により露光方式が決定される。

## 【0038】

評価値の算出方法は以下の通りである。

$$C(N) = F(SYL(N)) + G(SX(N), SY(N)) + H(\delta X(N), \delta Y(N)) + K(L) + P(M) + Q(S, SY(N)) \quad (\text{式1})$$

式1で、変数名称の意味は以下の通りである。

SYL：ショットの走査方向サイズ

S X : ショットのウエハ面上での非走査方向位置

S Y : ショットのウエハ面上での走査方向位置

$\delta X$  : ショット内の非走査方向の像ずれ

$\delta Y$  : ショット内の走査方向の像ずれ

L : レイアウト相関係数

M : ロット焼き方法指示値

N : 1 ウエハ上でのショット番号 (インデックス)

S : 同期精度目標値

【 0 0 3 9 】

式 1 の C ( N ) はウエハ上の N ショット目の露光方式の評価値を指しており、その値に閾値を設け、ショット毎に走査露光 (一定速)、走査露光 (加減速)、静止露光のいずれの方式で露光するか決定する。基本的には、図 3 に示すように 1 次元の指標により判断することが考えられる。

【 0 0 4 0 】

図 3 では、式 1 で計算された評価値が + 方向に大きくなるほど、そのショットの露光方式は走査露光で行うことが望ましいことを示している。逆に - 方向に大きくなるほど、そのショットが静止露光方式で露光する方が有利になると判断できる。図 3 に示すように、値を計算して、その値に閾値を設けてその値により、最終的に当該ショットの露光方式が決定される。

【 0 0 4 1 】

式 1 の F 項はショットサイズによる項を指している。ショットサイズが小さくなると、露光走査領域 (長さ) に対し、ステージ加減速距離が増えるため、静止露光方式の方が有利になる。そのためショットサイズによる評価値は、例えば以下のようなになる。

$F (S Y L) := F A * S Y L + F B$  (ただし、 $S Y L \leq S L W$  : 露光光幅)

(式 2)

ここで、F A、F B は定数であって予め決定されている値である。式 2 は S Y L が露光光幅 S L W よりも小さい場合に有効になる。式 2 の値が指数関数的に増える場合なども考えられる。

## 【0042】

式1のG項はショットの場所による、露光方式評価に与える項である。露光装置のフォーカス検出方法の特徴によりショット場所、もしくは場所に応じた特徴によりフォーカス方法を変更する必要が有る場合が考えられる。または、下地レイヤのショットひずみ状況に場所依存性がある場合などがこのG項にて計算される。

## 【0043】

走査露光方式におけるフォーカスでは、走査している最中の各位置でのフォーカスを計測して、その値に合わせ込むことを一般的には行っている。そのため、ウエハが動いている最中にリアルタイムでフォーカス計測する必要が発生し、ウエハ面上の凹凸（ごみ、チャック汚れなど）への追従性能が一般的に弱いことが挙げられる。一方、走査している最中の任意の位置でフォーカス計測が可能のため、ウエハ周辺などフォーカス計測可能部分が少ない場合でも、良好なフォーカス計測が可能になる。

## 【0044】

図4について説明する。図4はウエハ18の面（同図丸型）上に露光ショットレイアウト（同図長方形領域）を形成し、それにしたがって露光をしている様子を示している。402はフォーカスセンサが計測する位置（フォーカス計測位置）を示している。ショット401はウエハ18の周辺で静止露光を行っているショットであり、ショット403はウエハ18の周辺部分で走査露光を行っているショットである。静止露光はショットを一括で露光するため、ショット401のように一部分の計測ポイントがウエハの外にかかっている場合は、残りの4点の計測値を使ってショット全体を露光することになる。それに対して、ショット403の場合は、移動しながら露光をするため、ショット端だけがフォーカス計測ポイントがウエハの外になった影響を受けるため、そこまでのフォーカス精度は保証される。

## 【0045】

また、404はウエハ面上に乗ったごみを示している。ごみの乗ったショット405、406においてショット405は静止露光、ショット406は走査露光



をしていることを示している。ショット405はフォーカス計測ポイントがショット内に少なく配置されているため、ごみの上を計測する可能性は低くなり、ショット405全体が不用意にデフォーカスすることが無くなる。それに対し、ショット406は走査露光をしており、静止露光時と比較してショット内のフォーカス計測ポイント数が多くなる。したがって、ショット406は、ごみの上を計測し、ショット405と比較して多くの領域がデフォーカスする可能性がある。同様のことがウエハを載せるチャックの凸凹をメモリなどに取っておき、その部分をごみの場合と同様に扱うことも考えられる。

また、ネットワークから処理されるウエハの凸凹情報を取得し、G項へ反映させることも考えられる。

#### 【0046】

式1のH項は重ね焼きをする際、当該ショット下地パターンの形状ずれに関する項である。走査露光方式と、静止露光方式のアライメント性能上での大きな違いとして、走査露光方式では走査方向、非走査方向でショット倍率（1次、3次成分等）を補正できることが特徴としてある。そこで、走査方向と非走査方向の位置ずれの差分により、露光方式を切り替える事が考えられる。例えば以下のような評価式が考えられる。

$$G(\delta X(N), \delta Y(N)) := GA * |\delta X(N) - \delta Y(N)| + GB$$

(式3)

ここで、GA、GBは定数であって予め決定されている。

#### 【0047】

式1のK項は以前計測した補正データを流用する際に発生する項である。露光装置、もしくはオンラインホストなどに同一の下地、プロセスが存在する場合には、そのロットの補正データを流用できる場合があり、それによりスループットを向上できる。例えば、フォーカス計測では、走査露光方式と静止露光方式の2つの露光方式でそのフォーカス計測する部分がショット内で変化する。図4の403、406中のポイント402の配置が走査露光方式時のフォーカス計測ポイントを示しており、401、405中のポイント403の配置が静止露光方式時のフォーカス計測ポイントを示している。フォーカス計測では下地レイヤの影響

により、パターンだまされが発生するので、下地パターンを露光前に計測しフォーカス計測量を補正している。下地パターンは場所により変化するが、下地パターンが一緒でかつ、当該ウエハショットレイアウトが同一の場合には、フォーカス計測を省くことが可能になる。また、アライメントをする際の計測時の計測条件なども、下地パターンとレイアウトが同一であれば、流用することが基本的に可能であり流用できる。しかしながら、ウエハ要因、レジスト塗布状態がロットによりばらつく可能性が有るので、前ロットのフォーカス計測値の代用はスループットと精度とのトレードオフになる。したがってK項は以下の式で表される。

$$K(L) := KA * L \quad (\text{式4})$$

ここで、KAは定数であって予め決定されている値である。なお、ここで述べているLとはレイアウト相関係数であり、レイアウトのショット座標がずれているもしくは下地パターンやレイアウトが違っている場合は0となり、全ての項目が同一である場合には、1となる係数である。

#### 【0048】

式1のP項はそのロットの焼き方指示であり、そのロットをいずれかの露光方式で限定して焼きたい場合は本項目を通じて、評価値に反映される。評価値に含めることで、ユーザが間違った指定をするのを防ぐことが出来る。

$$P(M) := PA \mid M := \text{静止露光方式指定}$$

$$PB \mid M := \text{走査露光方式指定} \quad (\text{式5})$$

ここで、PA、PBは定数であって予め決定されている値である。

#### 【0049】

式2のSLWが既定値よりも大きい場合など、いずれかの露光方式で露光できないことが露光レイアウト、レシピにより決定されてしまう場合がある。例えば、ショット走査方向幅SYLが露光光幅SLWよりも大きい場合は、静止露光方式で一括に露光することが出来ないため、2つの走査露光方式いずれかを使用することになる。この場合、図5(a)に示すように評価値に閾値1を足すなどして評価値が閾値1よりも下にならないようにするか、もしくは閾値1よりも小さな評価値が算出された場合は、図5(b)に示すように全て走査露光(一定速)にて露光する、などの方法が考えられる。また、閾値を変更することも考えられ

る。

#### 【0050】

式1のQ項はステージの同期精度を指定する場合、それに対応する項である。走査型露光装置の各駆動ステージの同期精度は、一般的にステージの加速度が大きくなると悪くなる。つまり、同期精度が厳しい設定では静止露光、もしくは走査型露光方式（加減速）を行うことが有利であるのに対し、露光領域の制限、スループット低下などのデメリットもある。従って、同期精度の項Qは以下のようになすことが考えられる。

$Q(S, SY(N)) := KA$  ただし、 $SY(N) \leq SLW$ 、 $S \leq SR$

$KB$  ただし、 $SY(N) > SLW$ 、 $S \leq SR$

$KC$  上記以外の場合 (式6)

#### 【0051】

次に本実施形態に係る露光装置の処理について図6に示す。ロット処理が開始されるとまず、露光方式決定101が露光条件判断部20において実行され、ここで静止、走査（一定速度）、走査（加減速）のいずれかの露光方式が決定される。露光方式判断モード103は、露光方式をオート（露光装置）で判断させるか、マニュアル（ユーザ指定）で判断させるかの判断モードである。これはユーザ自身で決定し、露光装置I/F 21にキーボード等を介してあらかじめ入力しておくことが可能である。また、判断条件データ104は処理されるロットのアライメント精度、フォーカス精度、露光精度など各種要求精度と、ロットのレイアウト、下地パターン条件などのウエハ形状データなどを含んでいる。露光方式105は、判断モード103がマニュアルの時に使用される露光方式のデータであり、静止、走査（一定速）、走査（加減速）の3つの値が入ることになる。これら2つのデータ群を用いて、処理するロットに最適な露光方式が決定される。露光方式が決定された後、ロット処理102では、決定された露光方式にてロットを処理してロット処理を終了する。

#### 【0052】

次に露光方式決定101の詳細フローを図7に示す。露光方式決定処理がスタートすると、まず決定モード判断201をする。ここでは、ユーザが強制的に露

光方式を指定し、その方式に従って露光をするモードにされている場合は、評価値を計算すること無く、露光方式決定処理を終了する。決定モード判断 2 0 1 にて自動判断（装置にて判断してもらう）モードが選択されている場合は、各評価項目計算 2 0 2 の処理を実施する。ここでは、式 2 ～ 5 までの各値を計算する。またこの時露光条件などにより、いくつかの露光方式が実現不可能な場合は、評価値オフセット 2 0 4 を登録する。具体的には前述したように、例えば露光レイアウト、レシピによりショット走査方向幅  $S Y L$  が露光光幅  $S L W$  よりも大きい等で静止露光方式では一括に露光することが出来ない場合に、評価値に加算することですべての場合で評価値が走査露光閾値を超えるような値をオフセット値として登録するか、逆にこの閾値の側を引き下げる値をオフセット値として登録する。そして式 1 を用いて評価値判断 2 0 3 を行い、評価値がどの露光方式に適合しているか判断する。このときに登録されている評価値オフセット 2 0 4 を評価値、もしくは閾値に作用させ、正しい評価判断をする。あるいは前述のように、静止露光方式では一括に露光することが出来ない場合に全て強制的に走査露光（一定速）にて露光する様にしてもよい。この場合、走査露光（一定速）にて露光するという命令そのものがオフセットの役割を果たす。

また逆に、装置調整などができていないために同期走査、走査露光制御、走査フォーカス計測などのできない場合に、自動判断モードが選択されている場合には、評価値に減算するようなことですべての場合で評価値が走査露光閾値に満たないような値をオフセット値として登録するか、逆にこの閾値を上げる値をオフセット値として登録し、式 1 を用いて評価値判断する、もしくは強制的に静止露光にて露光するようにしても良い。

### 【 0 0 5 3 】

処理されるウエハで、ショット毎に露光画角が違う場合がある。例えば、T E G (Test Element Group: チップテスト用パターン) などが露光ショット間に配置されており、同一のプロセスにて処理される。この場合は、ショット毎に露光画角が大きく変動するので、ショット毎に露光方式を決定した方が、評価値が平均化されないうで、各ショットを精度よく、しかもウエハのスループットを向上できる。したがって、露光方式決定を本発明により、ショット毎、ウエハ毎に行う

ことも考えられる。その場合の処理内容としては、例えば、ウエハの全ショットについて、露光方式を判断して、最も多い露光方式にて処理をするなど、予め各ショットの露光条件（画角、同期精度など）を考慮してショットをグループ化しその各グループについて式 1 の値を求めることも考えられる。

#### 【 0 0 5 4 】

また、メンテナンスなどの通常目的以外について露光装置を使用する場合も、本方式を使用でき、露光方式決定前処理として具体的な処理フローを図 8 に 2 つ挙げた。図 8 ( a ) に示すフローは判断モードを直接変更する方法であり、露光装置を駆動するときの目的をステップ 3 0 1 にて判断して、ステップ 3 0 2 にて目的別最適露光方式を参照する。目的別最適露光方式判断とは、目的に応じて予め、最適露光方式を登録しておきその登録した方式の中から最適のものを判断することであり、目的が与えられると最適な露光方式が得られる。ステップ 3 0 3 では得られた最適露光方式を露光方式 1 0 5 に登録し、ステップ 3 0 4 の露光方式判断モード指定により判断モード 1 0 3 をマニュアルに指定する。また、図 8 ( b ) に示すフローは評価値をシフトさせる方式の場合であって、ステップ 3 0 2 までは図 8 ( a ) に示すフローと同一の処理であり、ステップ 3 0 5 の評価値オフセット登録にて、評価値オフセット登録 2 0 4 をする。また、ステップ 3 0 6 の判断モード指定では、判断モード 1 0 3 をオート指定する。これら 2 つのうちのいずれかの露光方式決定前処理にて、処理目的に合った露光方式決定が出来る。

#### 【 0 0 5 5 】

本実施形態に係る露光装置のユーザ I/F では、露光目的、露光方式、判断モードの指定等の入力項目と、現在どの露光方式でロットが処理されているか、などの出力項目が考えられる。それらの入出力項目の両方またはいずれかの項目は露光装置にて表示されることでオペレータのオペレーションを助けることも考えられる。また、ロット処理のレシピに入力項目が隠蔽されていても、本発明に係る露光装置は構成できる。また、出力項目はオンライン等で参照できることなども考えられる。

#### 【 0 0 5 6 】

## (半導体生産システムの実施形態)

次に、本発明に係る装置を用いた半導体デバイス（ＩＣやＬＳＩ等の半導体チップ、液晶パネル、ＣＣＤ、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の生産システムの例を説明する。これは半導体製造工場に設置された製造装置のトラブル対応や定期メンテナンス、あるいはソフトウェア提供などの保守サービスを、製造工場外のコンピュータネットワークを利用して行うものである。

## 【 0 0 5 7 】

図 9 は全体システムをある角度から切り出して表現したものである。図中、1101 は半導体デバイスの製造装置を提供するベンダ（装置供給メーカ）の事業所である。製造装置の実例としては、半導体製造工場で使用する各種プロセス用の半導体製造装置、例えば、前工程用機器（露光装置、レジスト処理装置、エッチング装置等のリソグラフィ装置、熱処理装置、成膜装置、平坦化装置等）や後工程用機器（組立て装置、検査装置等）を想定している。事業所 1101 内には、製造装置の保守データベースを提供するホスト管理システム 1108、複数の操作端末コンピュータ 1110、これらを結んでイントラネット等を構築するローカルエリアネットワーク（LAN）1109 を備える。ホスト管理システム 1108 は、LAN 1109 を事業所の外部ネットワークであるインターネット 1105 に接続するためのゲートウェイと、外部からのアクセスを制限するセキュリティ機能を備える。

## 【 0 0 5 8 】

一方、1102～1104 は、製造装置のユーザとしての半導体製造メーカの製造工場である。製造工場 1102～1104 は、互いに異なるメーカに属する工場であっても良いし、同一のメーカに属する工場（例えば、前工程用の工場、後工程用の工場等）であっても良い。各工場 1102～1104 内には、夫々、複数の製造装置 1106 と、それらを結んでイントラネット等を構築するローカルエリアネットワーク（LAN）1111 と、各製造装置 1106 の稼動状況を監視する監視装置としてホスト管理システム 1107 とが設けられている。各工場 1102～1104 に設けられたホスト管理システム 1107 は、各工場内の LAN 1111 を工場の外部ネットワークであるインターネット 1105 に接続

するためのゲートウェイを備える。これにより各工場のLAN1111からインターネット1105を介してベンダ1101側のホスト管理システム1108にアクセスが可能となり、ホスト管理システム1108のセキュリティ機能によって限られたユーザだけにアクセスが許可となっている。具体的には、インターネット1105を介して、各製造装置1106の稼動状況を示すステータス情報（例えば、トラブルが発生した製造装置の症状）を工場側からベンダ側に通知する他、その通知に対応する応答情報（例えば、トラブルに対する対処方法を指示する情報、対処用のソフトウェアやデータ）や、最新のソフトウェア、ヘルプ情報などの保守情報をベンダ側から受け取ることができる。各工場1102～1104とベンダ1101との間のデータ通信および各工場内のLAN1111でのデータ通信には、インターネットで一般的に使用されている通信プロトコル（TCP/IP）が使用される。なお、工場外の外部ネットワークとしてインターネットを利用する代わりに、第三者からのアクセスができずにセキュリティの高い専用線ネットワーク（ISDNなど）を利用することもできる。また、ホスト管理システムはベンダが提供するものに限らずユーザがデータベースを構築して外部ネットワーク上に置き、ユーザの複数の工場から該データベースへのアクセスを許可するようにしてもよい。ここでは、露光装置の稼動状況を示すステータス情報の一つとして、前述の評価値、あるいはそれを導くにあたって使用された判断モード、判断条件、露光方式の各データがベンダ側に送信され、ベンダ側ホスト管理システム1108あるいはこれに接続するいずれかの操作端末コンピュータ1110でこれを統計処理し、各露光装置の使用状況に見合ったソフトウェアやヘルプ情報を工場側ホスト管理システム1107に送信する。

また逆に露光装置側が、現在処理しているロット、ウエハのプロセスひずみ（倍率、ディストーション）などの値、ゴミやウエハ表面の凸凹状態をベンダ側あるいはユーザ側管理システムから受信し、これらの情報を露光方式の切り替えに使用しても良い。

#### 【0059】

さて、図10は本実施形態の全体システムを図9とは別の角度から切り出して表現した概念図である。先の例ではそれぞれが製造装置を備えた複数のユーザ工

場と、該製造装置のベンダの管理システムとを外部ネットワークで接続して、該外部ネットワークを介して各工場の生産管理や少なくとも1台の製造装置の情報をデータ通信するものであった。これに対し本例は、複数のベンダの製造装置を備えた工場と、該複数の製造装置のそれぞれのベンダの管理システムとを工場外の外部ネットワークで接続して、各製造装置の保守情報をデータ通信するものである。図中、1201は製造装置ユーザ（半導体デバイス製造メーカ）の製造工場であり、工場の製造ラインには各種プロセスを行う製造装置、ここでは例として露光装置1202、レジスト処理装置1203、成膜処理装置1204が導入されている。なお図10では製造工場1201は1つだけ描いているが、実際は複数の工場が同様にネットワーク化されている。工場内の各装置はLAN1206で接続されてイントラネットを構成し、ホスト管理システム1205で製造ラインの稼働管理がされている。

#### 【0060】

一方、露光装置メーカ1210、レジスト処理装置メーカ1220、成膜装置メーカ1230などベンダ（装置供給メーカ）の各事業所には、それぞれ供給した機器の遠隔保守を行うためのホスト管理システム1211、1221、1231を備え、これらは上述したように保守データベースと外部ネットワークのゲートウェイを備える。ユーザの製造工場内の各装置を管理するホスト管理システム1205と、各装置のベンダの管理システム1211、1221、1231とは、外部ネットワーク1200であるインターネットもしくは専用線ネットワークによって接続されている。このシステムにおいて、製造ラインの一連の製造機器の中のどれかにトラブルが起きると、製造ラインの稼働が休止してしまうが、トラブルが起きた機器のベンダからインターネット1200を介した遠隔保守を受けることで迅速な対応が可能で、製造ラインの休止を最小限に抑えることができる。

#### 【0061】

半導体製造工場に設置された各製造装置はそれぞれ、ディスプレイと、ネットワークインタフェースと、記憶装置にストアされたネットワークアクセス用ソフトウェアならびに装置動作のソフトウェアを実行するコンピュータを備える。



記憶装置としては内蔵メモリやハードディスク、あるいはネットワークファイルサーバーなどである。上記ネットワークアクセス用ソフトウェアは、専用又は汎用のウェブブラウザを含み、例えば図11に一例を示す様な画面のユーザインタフェースをディスプレイ上に提供する。各工場で製造装置を管理するオペレータは、画面を参照しながら、製造装置の機種1401、シリアルナンバー1402、トラブルの件名1403、発生日1404、緊急度1405、症状1406、対処法1407、経過1408等の情報を画面上の入力項目に入力する。入力された情報はインターネットを介して保守データベースに送信され、その結果の適切な保守情報が保守データベースから返信されディスプレイ上に提示される。またウェブブラウザが提供するユーザインタフェースはさらに図示のごとくハイパーリンク機能1410～1412を実現し、オペレータは各項目の更に詳細な情報にアクセスしたり、ベンダが提供するソフトウェアライブラリから製造装置に使用する最新バージョンのソフトウェアを引出したり、工場のオペレータの参考にする操作ガイド（ヘルプ情報）を引出したりすることができる。ここで、保守データベースが提供する保守情報には、上記説明した本発明に関する情報も含まれ、また前記ソフトウェアライブラリは本発明を実現するための最新のソフトウェアも提供する。即ち対応する露光装置の稼動状況を示すステータス情報の一つとして、前述の評価値、あるいはそれを導くにあたって使用された判断モード、判断条件、露光方式の各データがその露光装置の該当するベンダ側に送信され、ベンダ側ホスト管理システムあるいはこれに接続するいずれかの操作端末コンピュータでこれを統計処理し、各露光装置の使用状況に見合ったソフトウェアやヘルプ情報を工場側ホスト管理システム1205に送信する。ホスト管理システム1205は該情報を対応する露光装置のみに転送する。

#### 【0062】

次に上記説明した生産システムを利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図12は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4

（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組立て工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップ7）する。前工程と後工程はそれぞれ専用の別の工場で行い、これらの工場毎に上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされる。また前工程工場と後工程工場との間でも、インターネットまたは専用線ネットワークを介して生産管理や装置保守のための情報がデータ通信される。

#### 【0063】

図13は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことにより、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。各工程で使用する製造機器は上記説明した遠隔保守システムにより保守がなされているので、トラブルを未然に防ぐと共に、もしトラブルが発生しても迅速な復旧が可能で、従来に比べて半導体デバイスの生産性を向上させることができる。

#### 【0064】

##### 【発明の効果】

本発明は、以上の内容を実現することで、最適な露光方式を選択でき、目的に応じた最適な装置運用が実現でき、スループットを最適化を容易に図ることがで

きるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態に係る露光装置の構成を示す概略図である。

【図 2】 本発明の実施形態に係る露光装置の走査露光方式での露光光の強度プロファイルを示す斜視図である。

【図 3】 本発明の実施形態に係る露光装置の露光方式決定時の評価値の判断方法を示している説明用図である。

【図 4】 本発明の実施形態に係る露光装置の露光方式の違いによるフォーカス方式の優劣を説明するための平面図である。

【図 5】 本発明の実施形態に係る露光装置の露光方式決定時に例外が発生した時の処理方法を示している説明用図である。

【図 6】 本発明に係る方式を適用した露光装置の処理を示しているフローチャートである。

【図 7】 本発明の実施形態に係る露光装置の露光方式判断時の処理を示しているフローチャートである。

【図 8】 本発明の実施形態に係る露光装置の露光方式判断時の前処理を示しているフローチャートである。

【図 9】 本発明に係る装置を用いた半導体デバイスの生産システムをある角度から見た概念図である。

【図 10】 本発明に係る装置を用いた半導体デバイスの生産システムを別の角度から見た概念図である。

【図 11】 ユーザインタフェースの具体例である。

【図 12】 デバイスの製造プロセスのフローを説明する図である。

【図 13】 ウエハプロセスを説明する図である。

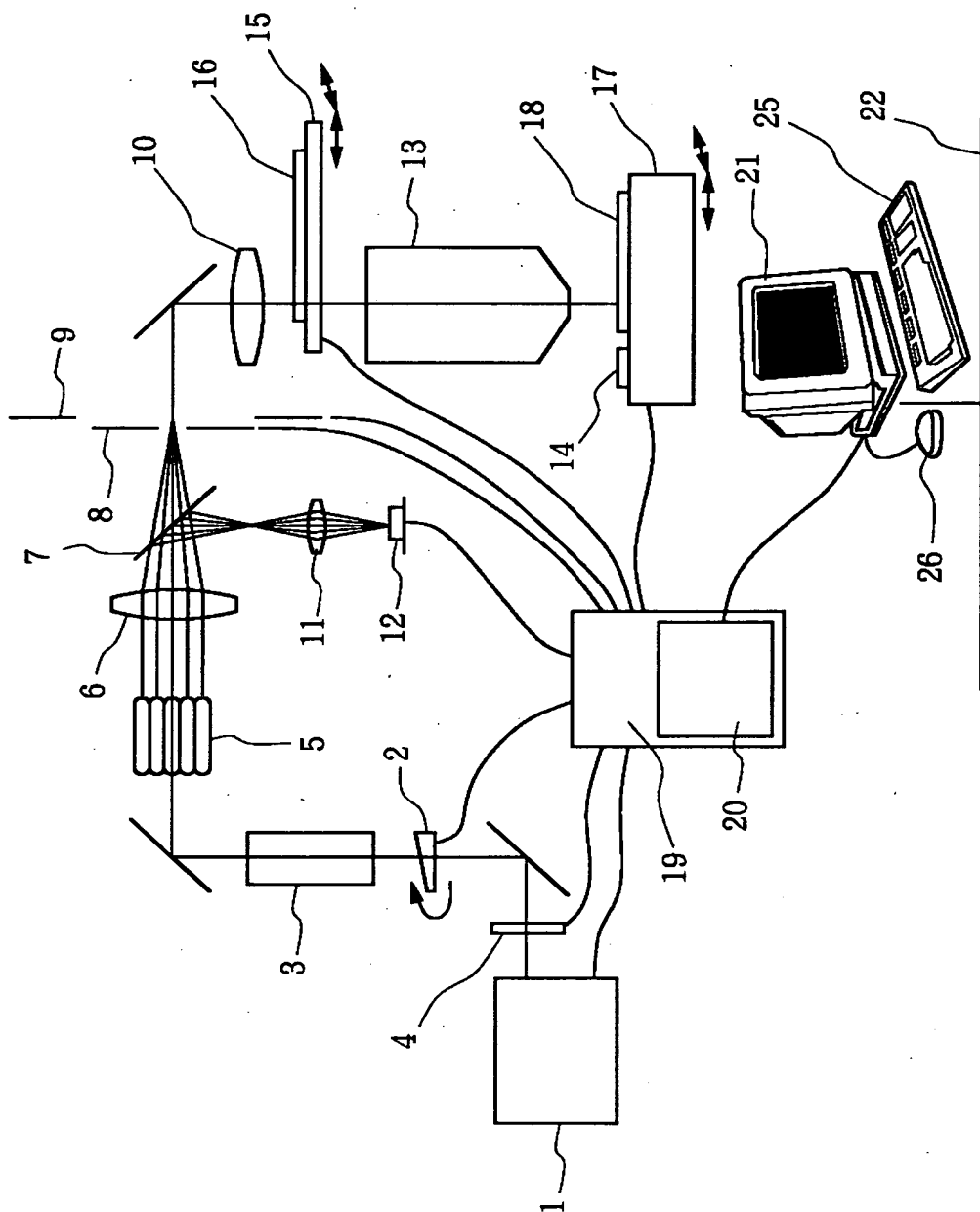
【符号の説明】 1 : 光源、2 : 光学ユニット、3 : ビーム整形光学系、4 : 減光フィルタ、5 : オプティカルインテグレータ、6 : コンデンサレンズ、7 : ハーフミラー、8 : 露光スリット、9 : マスキングブレード（遮光板）、10 : 結像レンズ、11 : 集光レンズ、12 : フォトディテクタ、13 : 投影レンズ、14 : 照度計、15 : レチクルステージ、16 : レチクル、17 : ウエハステ

ージ、18：ウェハ、19：主制御部、20：露光方式判断部、21：露光装置 I/F、22：ネットワーク、1101：ベンダの事業所、1102、1103、1104：製造工場、1105：インターネット、1106：製造装置、1107：工場のホスト管理システム、1108：ベンダ側のホスト管理システム、1109：ベンダ側のローカルエリアネットワーク（LAN）、1110：操作端末コンピュータ、1111：工場のローカルエリアネットワーク（LAN）、1200：外部ネットワーク、1201：製造装置ユーザの製造工場、1202：露光装置、1203：レジスト処理装置、1204：成膜処理装置、1205：工場のホスト管理システム、1206：工場のローカルエリアネットワーク（LAN）、1210：露光装置メーカー、1211：露光装置メーカーの事業所のホスト管理システム、1220：レジスト処理装置メーカー、1221：レジスト処理装置メーカーの事業所のホスト管理システム、1230：成膜装置メーカー、1231：成膜装置メーカーの事業所のホスト管理システム、1401：製造装置の機種、1402：シリアルナンバー、1403：トラブルの件名、1404：発生日、1405：緊急度、1406：症状、1407：対処法、1408：経過、1410、1411、1412：ハイパーリンク機能。

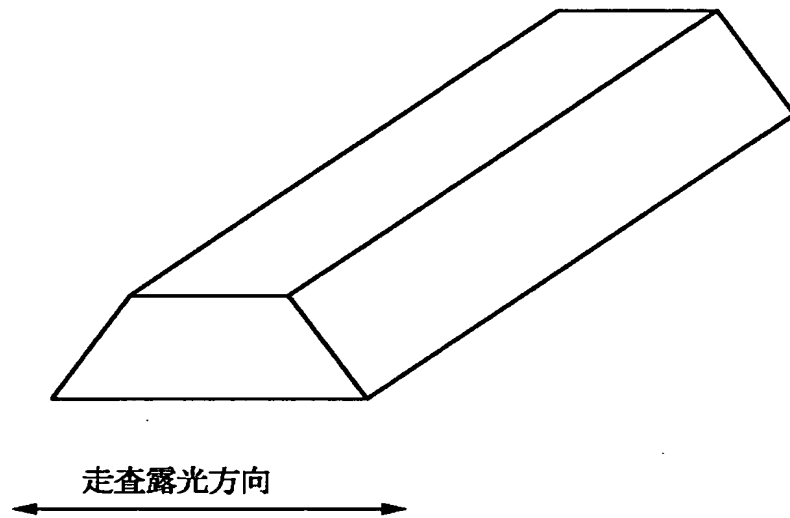
【書類名】

図面

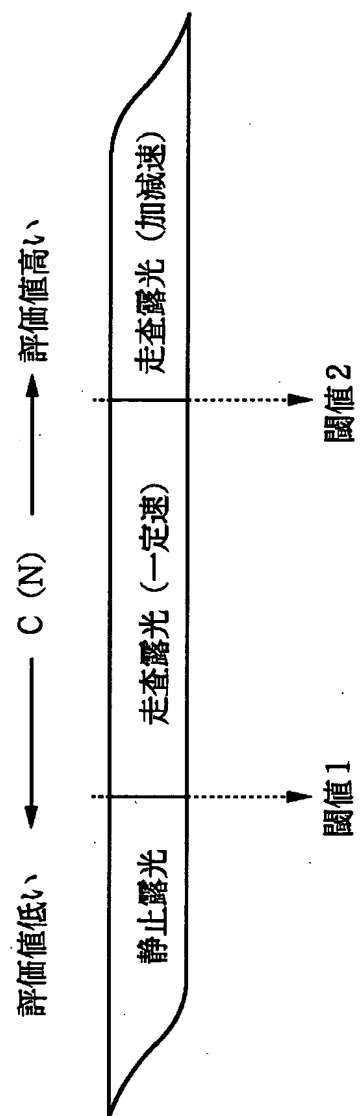
【図 1】



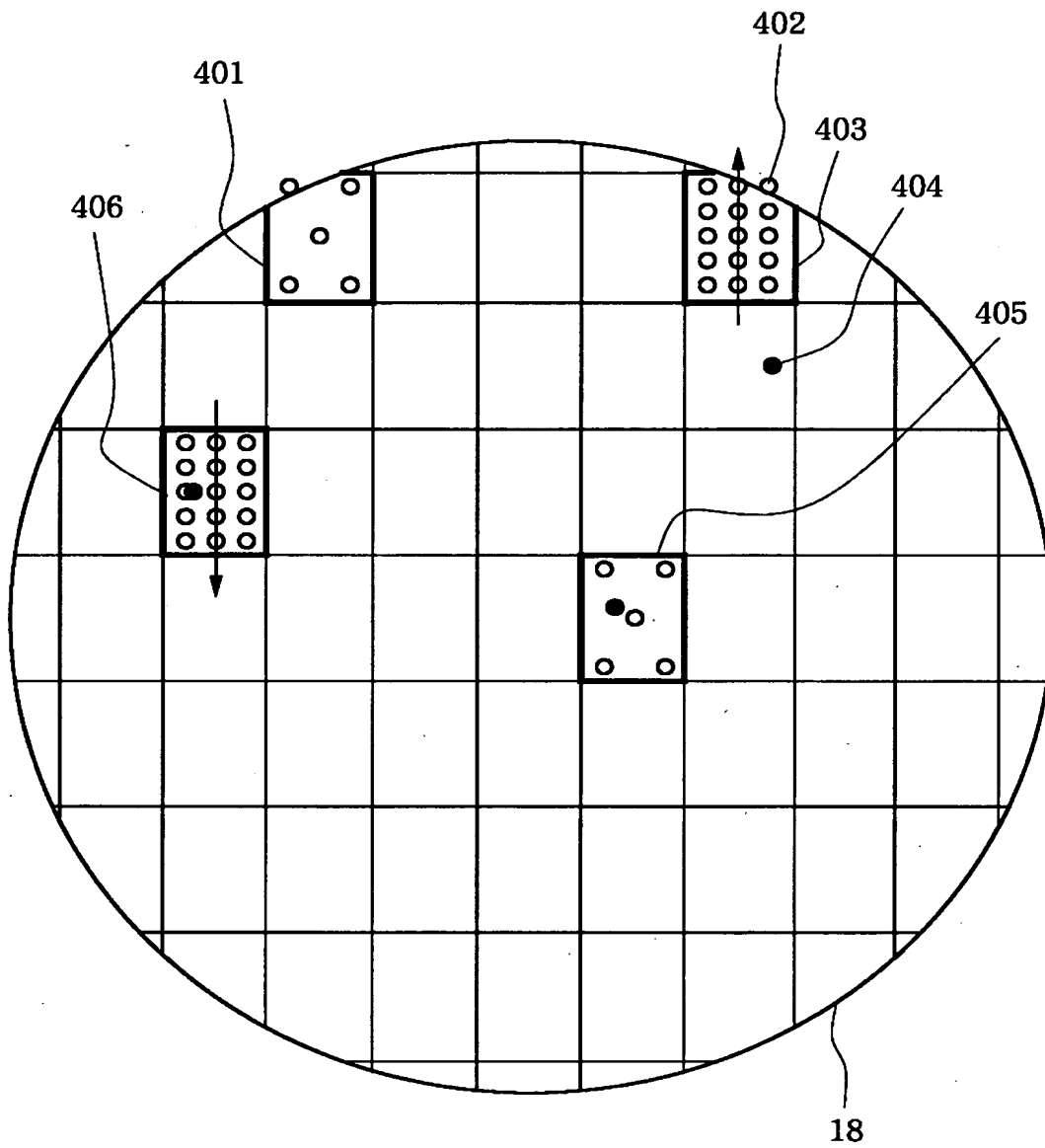
【図 2】



【図 3】



【図 4】



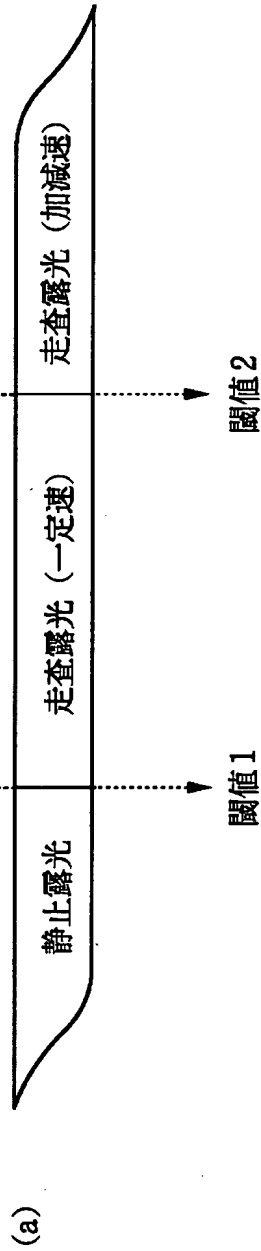


【図 5】

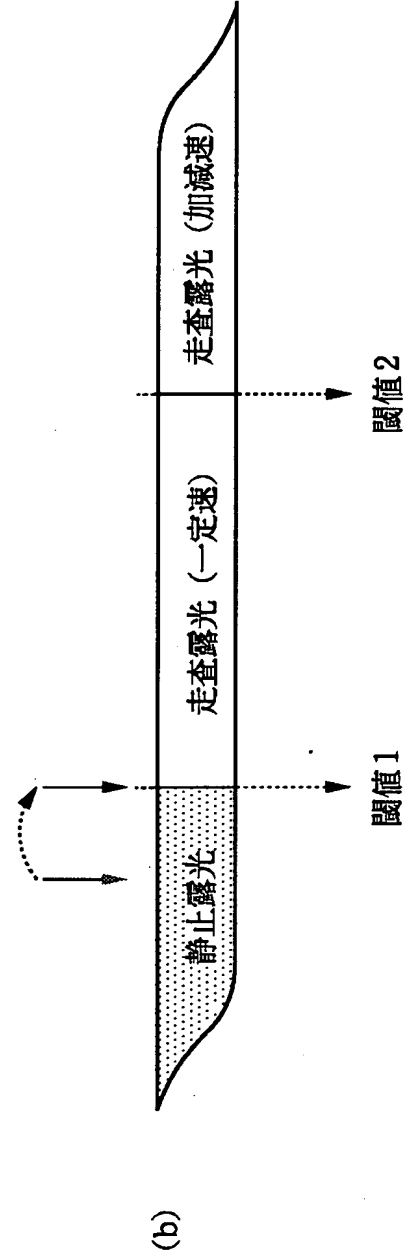
評価値低い ←  $C(N) = C(N) + \text{閾値} 1$  → 評価値高い

(評価値を閾値 1 の分だけ増やす)

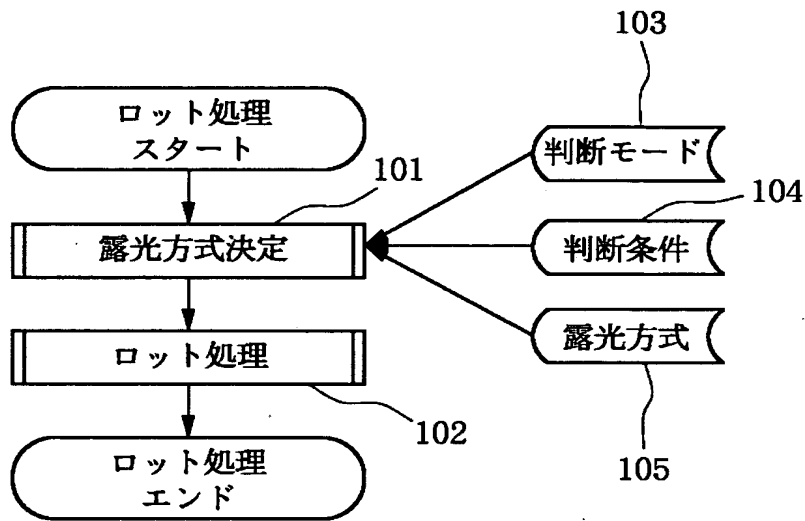
評価値低い ←  $C(N)$  → 評価値高い



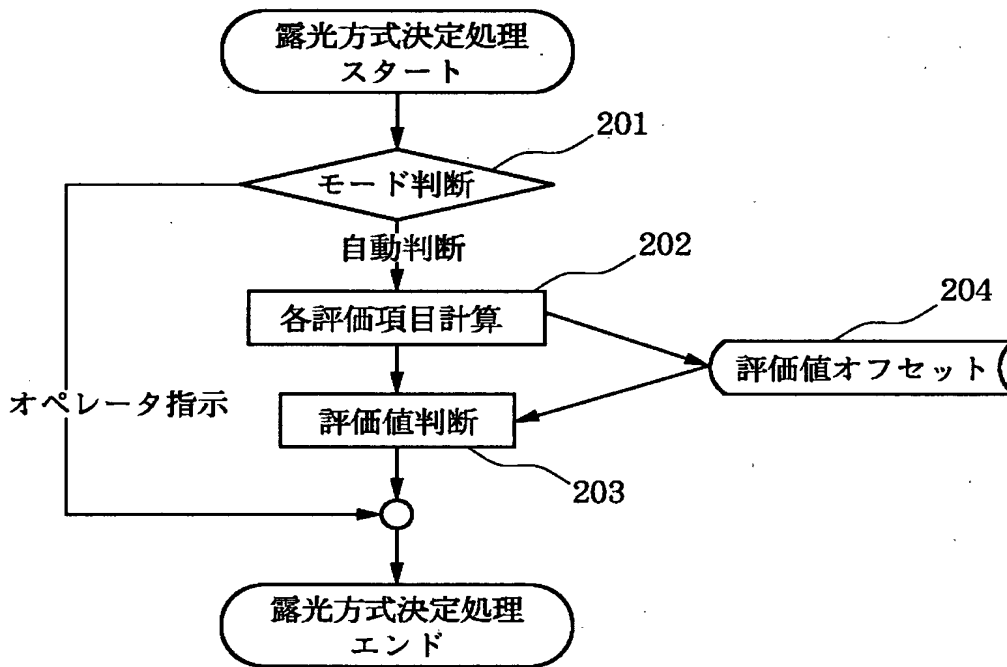
評価値が静止露光領域の時には強制的に走査露光領域に持ってくる。



【図 6】

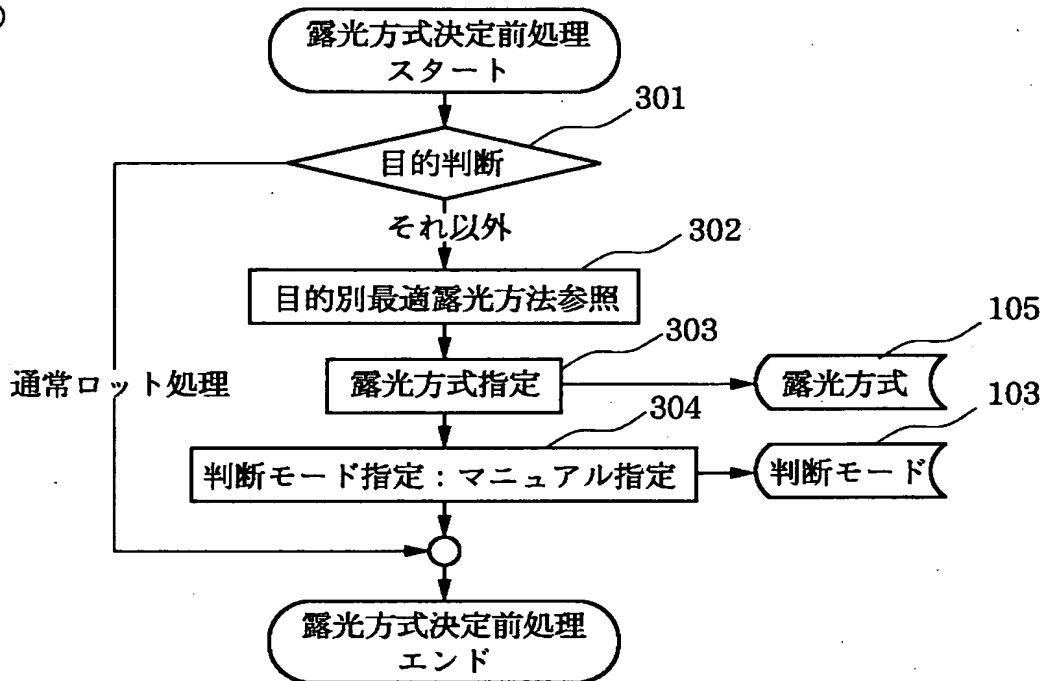


【図 7】

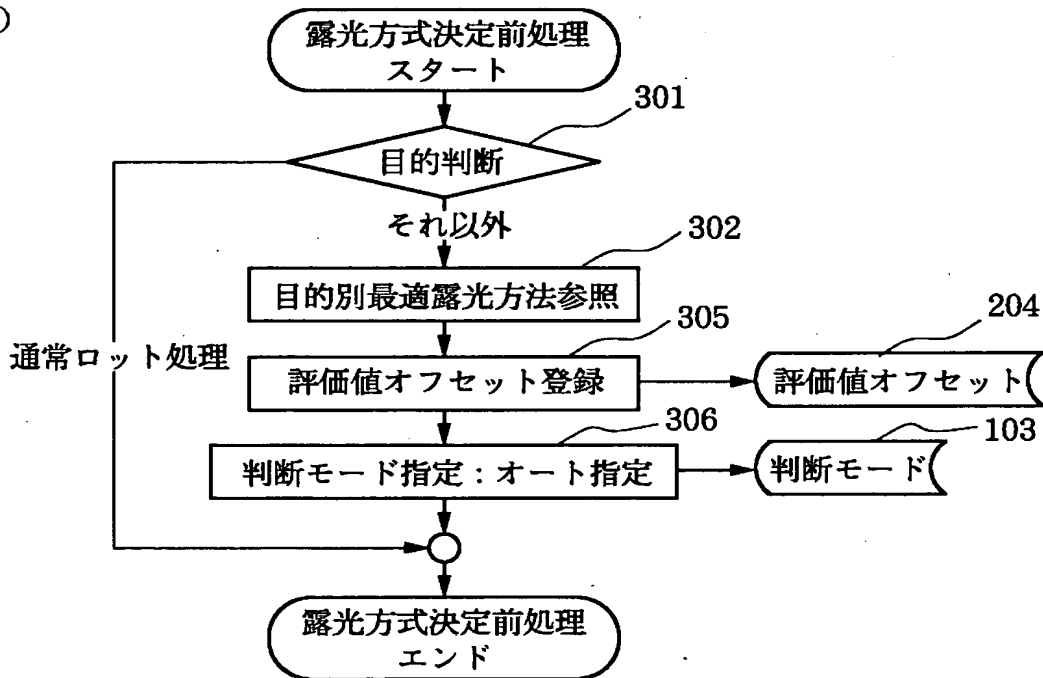


【図 8】

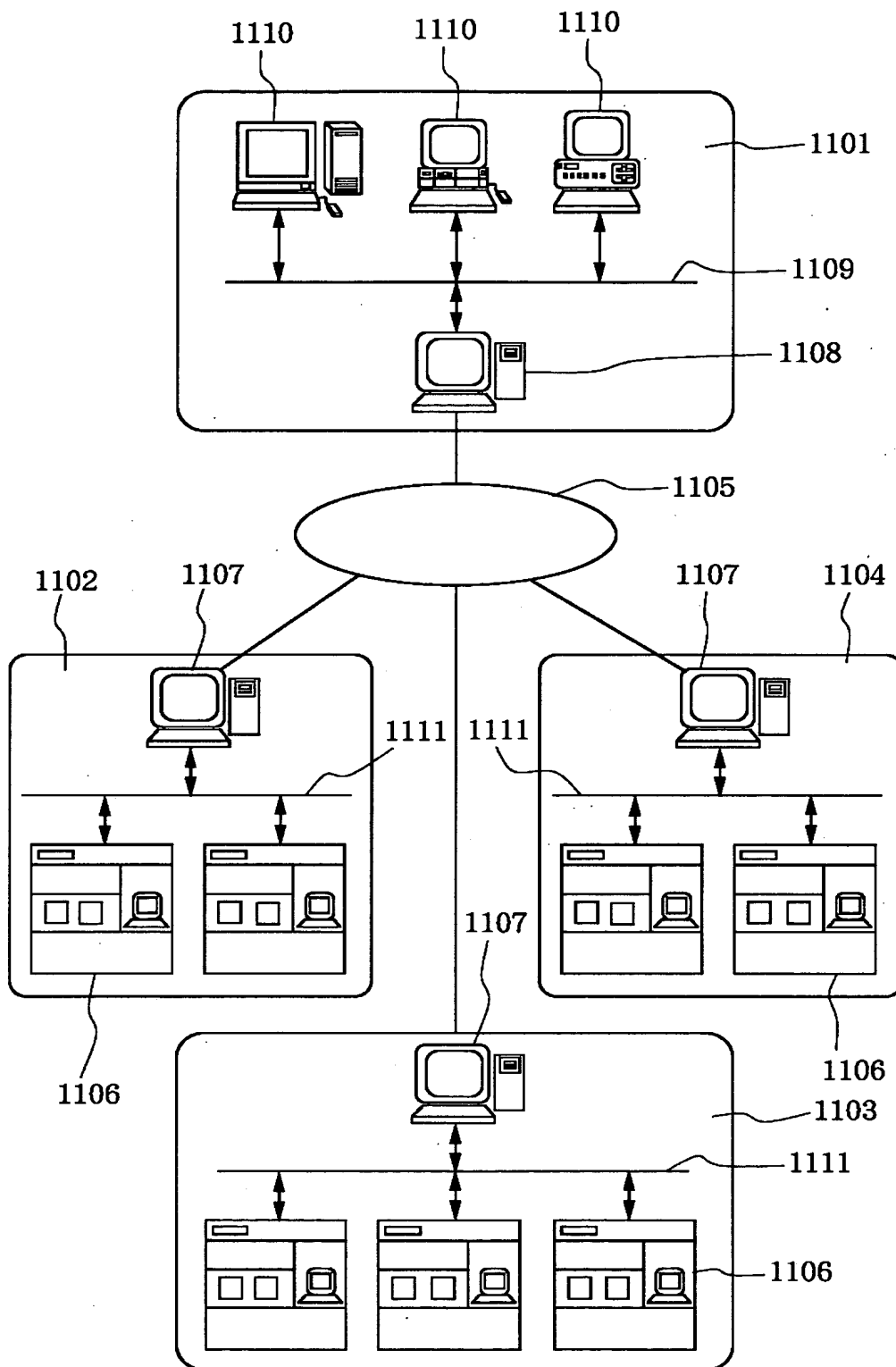
(a)



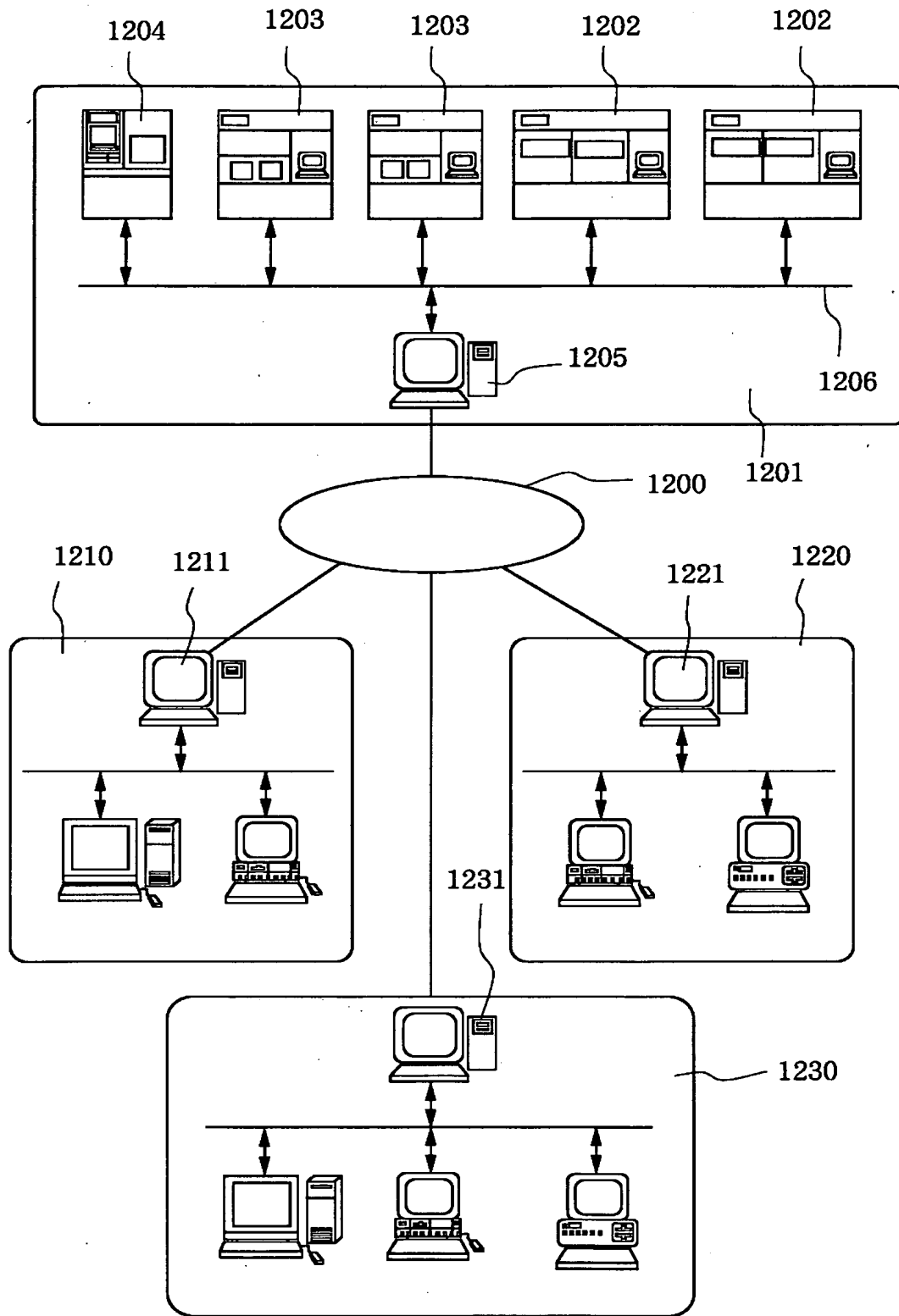
(b)



【図 9】



【図10】



【図 1 1】

URL

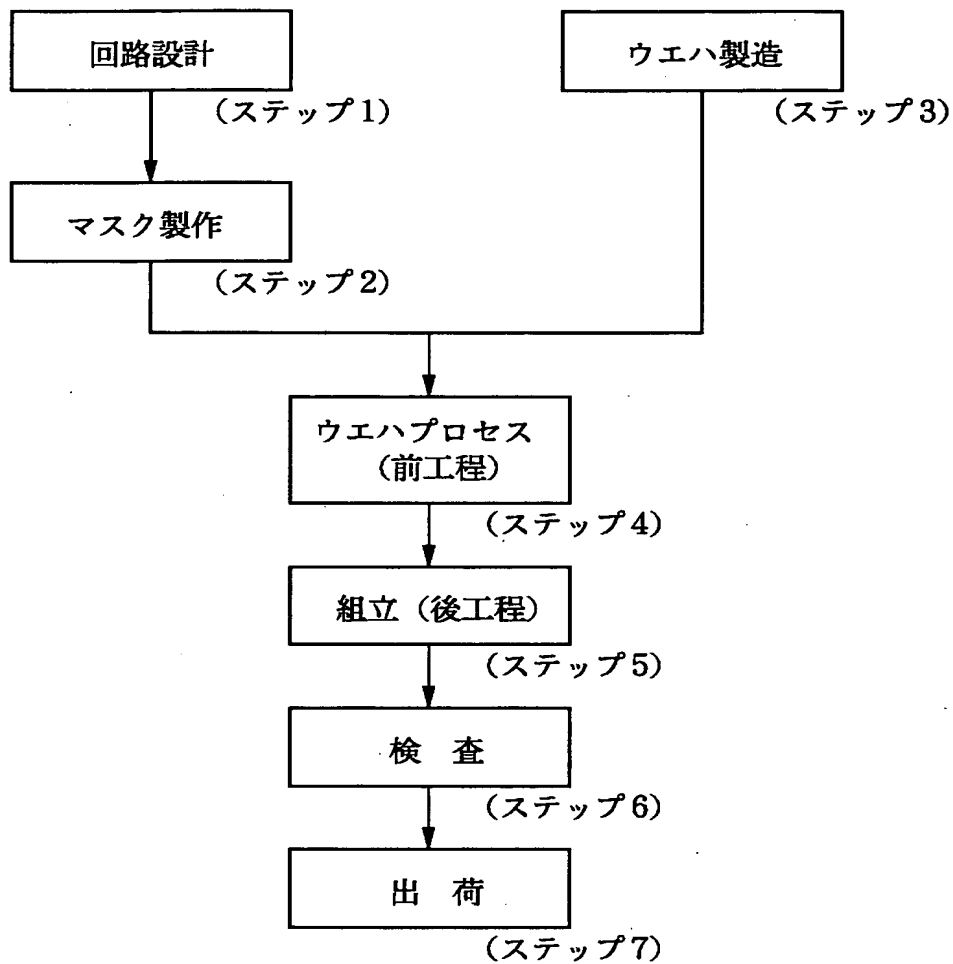
トラブルDB入力画面

発生日  1404  
機種  1401  
件名  1403  
機器S/N  1402  
緊急度  1405  
症状  1406  
対処法  1407  
経過  1408

1410

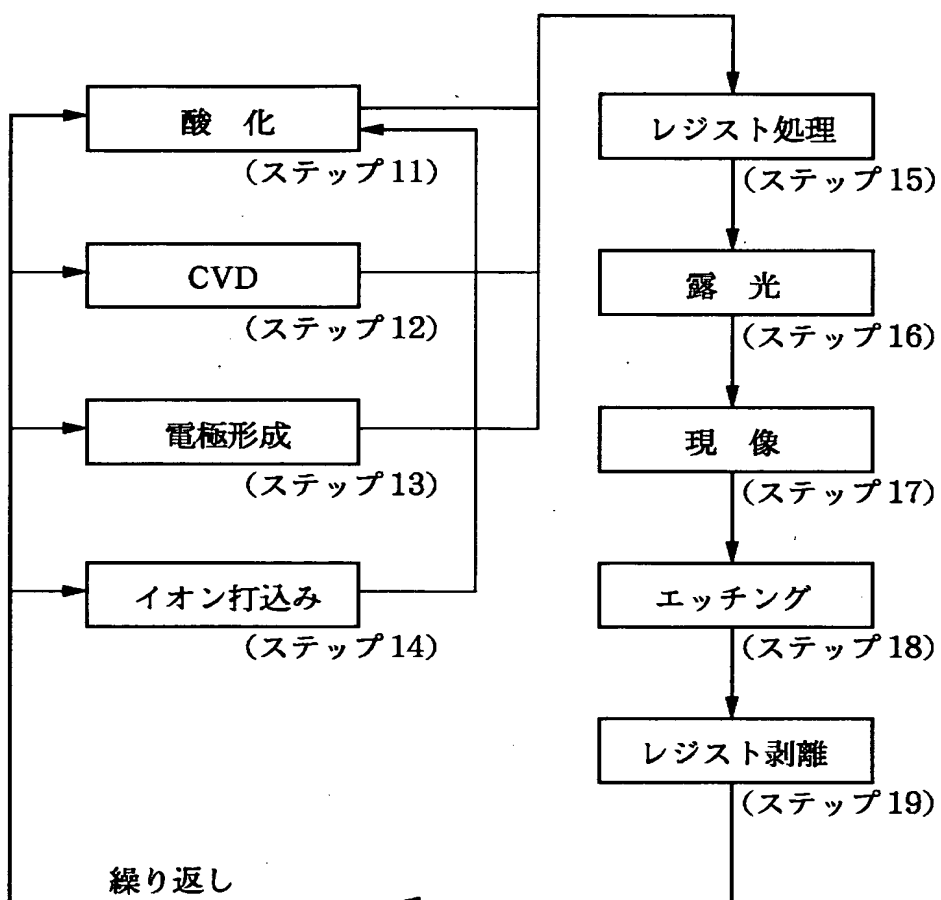
[結果一覧データベースへのリンク](#) 1411   
[ソフトウェアライブラリ](#) 1412   
[操作ガイド](#)

【図 12】



半導体デバイス製造フロー

【図13】



ウェハプロセス



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 装置運用を改善してスループットの最適化を図る。

【解決手段】 複数の露光方式を有し、選択すべき露光方式を判断する露光方式判定部 20 と、複数の露光方式を切り替える切り替え手段とを備えており、露光方式判定部 20 は、生産性を高める、精度を重視する、メンテナンスをする、などの目的に応じて判断し、該切り替え手段は、露光方式判定部 20 による判断に基づいて、一定速度走査露光、可変速度走査型露光、静止露光など、複数の露光方式を切り替え、これらの制御は主制御部 19 が行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名	キヤノン株式会社